原田利一・斎木保久・佐々木弘子*: 細辛類の薬学的研究 (3)**
カンアオイ類の根の内部形態に關する推計学的考察

Toshikazu HARADA, Yasuhisa SAIKI and Hiroko SASAKI*:

Pharmaceutical studies of Japanese wild ginger (3)**
Stochastical consideration on inner structures of Asaraceous roots.

著者の一人，原田はカンアオイ類の内部形態を先に報告〔薬誌: **70**: 45 (1950)〕したが，互に酷似して識別は容易ではない。精油成分は種類により異るものと考へられるが，精油細胞の数は資源的価値と相関関係にあるので，精油細胞の密度と関連ある比(精油細胞数 / 内皮細胞数，同一横断面に於いて）を作り推計学的に考察せる所，可成の成果を得たので玆に報告する。

根の内部形態

最初にカンアオイ類の各属の根の内部形態を簡単に記すと，

Heterotropa カンアオイ属……根の表皮は通常剝離し，コルク層 (Fig. A-pl) は 1〜2 層で中葉のみ木化及びコルク化する。この内側は通常数層の厚角組織 (Fig. A-co) があり，更に内側に約 20 層の皮部柔組織 (Fig. A-p, B-p) があつて，その細胞の横断面に於ける径は約 50 μ，この中に精油細胞 (Fig. A-oc, B-oc) が点在する。この細胞の内壁はコルク化せる薄膜に被われている。又この柔組織中には石細胞 (Fig. A-st, C-st.) を散在する種類もあり，之等の厚角組織及び柔組織には径約 8 μ の単澱粉粒を含む。中央には内皮 (Fig A-en) に囲まれた中心柱があり，内皮には通過細胞なく，凡ての細胞はカスパリー線のみ木化並びに微かにコルク化する。維管束は放射性であるが，往々第 2 次の発育をし，不明瞭な形成層による木部の発達によりほぼ髄を囲み，篩部は木部の外側で寸断され放射性維管束の名残をみめることが多い。髄中にも石細胞を認める種類あり。

Japonasarum フタバアオイ属……皮部柔組織は約 10 層，その細胞は *Heterotropa* より小さく，横断面の径は約 20〜40 μ，石細胞はない。

Asarum オナガサイシン属……オナガサイシン *A. leptophyllum* Hayata のみ検した所では，皮部柔組織は 4〜5 層，その細胞は小さく横断面の径は 20〜40 μ，石細胞はない。

Asiasarum ウスバサイシン属……皮部柔組織は 10 層内外，その細胞の横断面の径は 60 μ 位。石細胞を認める種類もある。

---

* 静岡市小鹿，静岡薬科大学. Shizuoka College of Pharmacy, Oshika Shizuoka City.

** 第 2 報は Pharm. Bull. 4: 223-224 (1956).

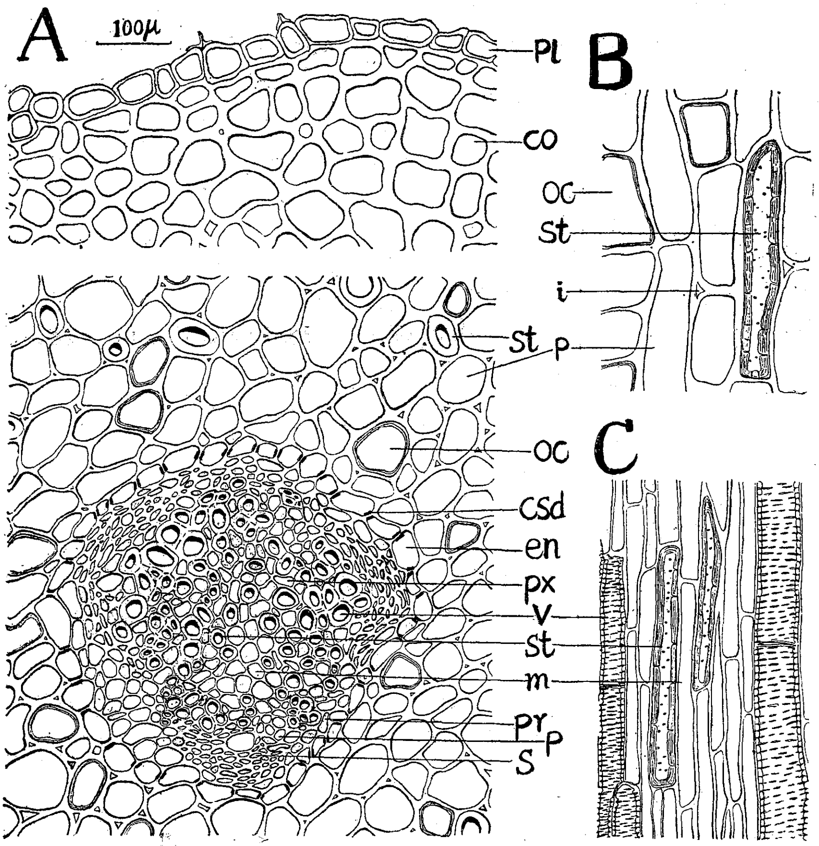

Fig. A. Cross section of the root of *Heterotropa subglobosa* F. Maekawa, Fig. B. Longitudinal section of cortical parenchyma of the same root, Fig. C. Longitudinal section of xylem and pith of the same root.

Abbreviations; pl: cork layer, co: collenchyma, p: parenchyma: i: intercellular space, st: stone cell, oc: oil cell, en: endodermis, csd: casparian dot, px: xylem parenchyma, v: vessel, m: pith, s: sieve tube, pr: pericycle.

推 計 の 方 法

サンプルの選び方：先ず切片の厚みによる精油細胞数の誤差を少くするため厚さ30μに統一する。任意に取り出した一本の根の各部位による変異はTable Iに示す様に，基部が最大で根端に到るにつれて漸次小さくなるので精油細胞の最も多い基部の切片を用いる。又精油細胞数/内皮細胞数の比は各種につき正規分布をなすものと推定して行う。

Table I. Variation of "ratio" in sectional surfaces of a root extracted at different levels (*Heterotropa nipponica* F. Maekawa)

	No. of oil cells	No. of endodermal cells	oil cells/end. cells
I			
1	20	34	0.59
2	15	34	0.44
3	18	34	0.53
4	17	34	0.50
5	22	34	0.65
6	14	34	0.41
II			
1	8	33	0.24
2	6	33	0.18
3	8	32	0.25
4	8	32	0.25
5	8	32	0.25
6	9	32	0.28
III			
1	5	29	0.17
2	1	29	0.03
3	3	29	0.10
4	0	28	0
5	1	25	0.04
IV			
1	0	24	0
2	0	23	0

I......Base of root. II......2 cm below from I. III......4 cm below from II. IV......4 cm below from III. (nearly root tip).
erch 1, 2, 3......sections of 30 μ in thickness was taken at every 500 μ levels.

母集団の平均値の推定：n 個の測定値 $x_1, x_2, x_3 \cdots\cdots x_n$, から母集団の平均値 ξ を求める方式は

$$\xi = \overline{x} \mp \mathrm{to}\, S / \sqrt{n-1} \qquad \text{信頼度 } 1-\alpha \text{ に於いて}$$

で与えられる。

ここに於て

$$\overline{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \qquad \text{(サンプルの平均値)}$$

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2 \qquad \text{(サンプルの分散, } S \text{ はその標準偏差)}$$

to は，信頼係数 $1-\alpha$ に対し，自由度 $n-1$，確率 α に相当する tー分布表に於て，

$$P_r(\mathrm{to} < |t|) = \alpha \qquad \text{なる値を求める。}$$

著者等の信頼係数は 95 % にて行つた。

環境による変異：環境は産地毎に異るので，産地別に推計を行つた結果を Table II

に示すと，個体変異，測定誤差による変異に比べ無視される程度と考えられる。それ故種類毎産地を一括して推計した結果を Table III に示す。

Table II. Difference of means by locality.
(*Heterotropa nipponica* F. Maekawa)

Locality	$\bar{x}$	S	ξ
Taura	0.40	0.09	0.33～0.47
Kita-Kamakura	0.45	0.07	0.41～0.49
Jimmuji	0.46	0.07	0.41～0.51
Hakusan	0.51	0.13	0.42～0.60
Total	0.49	0.06	0.45～0.53

$\bar{x}$......mean of samples S......standard deviation of samples
ξ......mean of population at confidence 95 %

Table III. Rotio (No. of Oil cells / No. of Endodermal cells) in each species.

Name of plants	Locality	$\bar{x}$	S^2	ξ
Asiasarum				
A. dimidiatum F. Maek.	Takachiho Miyazaki	0.77	47×10^{-3}	0.63～0.91
A. heterotropoides var. *mandshuricum* F. Maek.	Korea	0.87	36×10^{-3}	0.73～1.01
var. *seoulense* F. Maek.	Korea	1.12	26×10^{-3}	0.98～1.26
A. Sieboldii F. Maek.	Matsumoto Nagono	1.44	55×10^{-3}	1.26～1.62
Heterotropa				
H. hexaloba F. Maek.	Miyajima Hiroshima	1.20	16×10^{-2}	0.73～1.67
var. *perfecta* F. Maek.	Shiiba Miyazaki	1.42	63×10^{-3}	1.28～1.59
H. crassa F. Maek.	Tanegashima	0.93	11×10^{-3}	0.81～1.05
H. constricta F. Maek.	cultivated	1.22	15×10^{-3}	1.05～1.39
H. aspera F. Maek.	Mt. Hiei Kyoto Mt. Atago Kyoto	1.18	30×10^{-3}	1.02～1.34
H. tamaensis F. Maek.	Noborito Tokyo Sekido Tokyo	1.55	20×10^{-2}	1.28～1.82
H. Muramatsui F. Maek.	Mt. Amagi Shizuoka	1.33	16×10^{-2}	1.01～1.65
H. curvistigma F. Maek.	Mt. Akiwa Shizuoka Mt. Udo Shizuoka	0.94	17×10^{-3}	0.84～1.04
H. asaroides Morr. et Decne	Mt. Kujuu Ooita Mt. Hikosan Fukuoka	0.66	32×10^{-3}	0.54～0.78
H. Unzen F. Maek.	Tsuyoshi Nagasaki	0.47	15×10^{-3}	0.37～0.57
H. Blumei F. Maek.	Juuriki Kumomyo Itoo Shizuoka Mt. Amagi Fukara Ooyama Kanagawa	1.19	20×10^{-2}	1.00～1.38

H. Savatieri F. Maek.	Hakone Yugawara } Kanagawa Mt. Amagi Shizuoka	2.19	32×10^{-2}	1.88～2.50
H. megacalyx F. Maek.	Mt. Kinboku Oouratsu } Niigata Doai Gumma	0.99	29×10^{-3}	0.86～1.12
H. subglobosa F. Maek.	Mt. Kurohara Mt. Ichibusa Furuyashiki } Kuma-moto	2.07	25×10^{-2}	1.67～2.47
H. kiusiana F. Maek.	Tateishi Fukuoka	0.75	26×10^{-3}	0.53～0.97
H. yakusimensis F. Maek.	Yakushima	0.83	83×10^{-3}	0.57～1.09
H. nipponica F. Maek.	same as Table II	0.49	39×10^{-4}	0.45～0.53
var. *brachypodion* F. Maek.	Yooroo Gifu	0.94	19×10^{-3}	0.75～1.13
H. variegata F. Maek.	cultivated	0.37	16×10^{-3}	0.27～0.47
H. rigescens F. Maek.	Yooroo Gifu	1.01	32×10^{-3}	0.80～1.22
H. Takaoi F. Maek.	Momijidani Mie Kyoto	0.79	87×10^{-3}	0.54～1.04
var. *dilatata* F. Maek.	Mt. Katsuragi Osaka	1.26	13×10^{-3}	0.19～1.61
H. Nakaiana F. Maek.	Jike Toyama Yuwaku Ishikawa	0.56	91×10^{-4}	0.38～0.74
H. stolonifera F. Maek.	Mt. Tateyama Toyama	0 80	43×10^{-3}	0.64～0.96
H. Fauriei F. Maek.	cultivated	0.12	78×10^{-5}	0.07～0.17
var. *serpens* F. Maek.	cultivated	0.14	37×10^{-4}	0.07～0.21
Japonasarum				
J. caulescens Nakai	Misakubo Shizuoka Mt. Hikosan Fukuoka	0.17	14×10^{-4}	0.14～0.20

$\bar{x}$: mean of samples, S^2: variance of samples (S: standard deviation of samples), ξ: mean of population at confidence 95 %.

二つの分散の比較に関する検定：2組の正規母集団，即ち2種の植物群よりなるデータを比較する場合，分散の値が，別種か同種かを判定する資料となり得る。その為茲に2つの母集団より得たサンプルの数を n_1, n_2 とし，その分散を S_1^2, S_2^2 とするとき，

統計量　$Z=n_1(n_2-1)\,S_1^2/n_2(n_1-1)S_2^2$　　$Z>1$

を計算し，有意水準 99 %，95 % のときの確率

$$Pr(Z_{n1-1,\,n2-1}>\lambda)=0.01$$

$$Pr(Z_{n1-1,\,n2-1}>\lambda')=0.05$$

なる λ, λ' を F-分布表より引けば

$Z>\lambda$　のときは高度に有意差あり，即ち明らかに別種らしい。

$\lambda\geqq Z\geqq\lambda'$　のときは有意差あり，別種らしい。

$\gamma'><$　のときは有意差ありとは認め難い，即ち別種らしくない。

平均値の差の検定：比較すべき2種の植物群より得た母分散 σ^2 が夫々等しいと前法に於いて認められるとき，夫々のサンプル平均値を $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ としサンプル数を夫々

$n_1\,n_2$, サンプル分散を S_1^2, S_2^2 とし,

$$\text{統計量}\quad t=\overline{x}_1-\overline{x}_2/v\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}\qquad \text{ここに}\quad v^2=\frac{n_1S_1^2+n_2S_2^2}{n_1+n_2-2}\quad \text{(不偏推定量)}$$

を計算するとき,

$$Pr\{|t|>\mu\}=0.01$$

$$Pr\{|t|>\mu'\}=0.05$$

なる μ, μ' を自由度 n_2+n_2-2 なる t-分布表より得れば

$|t|>\mu$ ならば高度に有意差あり。
$\mu\geqq|t|\geqq\mu'$ ならば有意差あり。
$|t|<\mu'$ ならば有意差ありとは認め難い。

之等の方法で近縁種間の判定が出来ることになる。之等の方法を実際に試みた結果を述べると，先づ *Asiasarum* は分散の比較では夫々有意差をみなかつたが，平均値ではウスバサイシン *A. Sieboldi* F. Maek. はクロフネサイシン *A. dimidiatum* F. Maek. 及びウスゲサイシン *A. heterotropoides* var. *seoulense* F. Maek. と明らに差があり，ウスゲサイシンとケイリンサイシン *A. heterotropoides* var. *mandshuricum* F. Maek. との間にも有意差がみられるが，クロフネサイシンとケイリンサイシンの間には差が明かでない。*Heterotropa* ではサンヨウアオイ *H. hexaloba* F. Maek. とその変種キンチャクアオイ *H. hexaloba* var. *perfecta* F. Maek., ミヤコアオイ *H. aspera* F. Maek. とツクバネアオイ *H. constricta* F. Maek., アマギカンアオイ *H. Muramatsui* F. Maek. とタマノカンアオイ *H. tamaensis* F. Maek., ヒメカンアオイ *H. Takaoi* F. Maek. とミヤマアオイ *H. Nakaiana* F. Maek. 及びツルダシアオイ *H. stolonifera* F. Maek., ミチノクサイシン *H. Fauriei* F. Maek. とその変種ソノフサイシン *H. Fauriei* var. *serpens* F. Maek. との間には夫々平均値及び分散共に有意差を認め難い。之に反し近縁のものでもカンアオイ *H. nipponica* F. Maek. とその変種のスズカカンアオイ *H. nipponica* var. *brachypodion* F. Maek., ヒメカンアオイとその変種スエヒロアオイ *H. Takaoi* var. *dilatata* F. Maek., カギガタアオイ *H. curvistigma* F. Maek. とアマギカンアオイ及びタマノカンアオイには平均値に有意差が見られる。

結　論

以上の推計に於いて，2-3 の種では材料が少いため母集団を的確に代表していないものがあるかも知れないが，可成の有意差をみるもの多く，分類学上区別点として利用出来，又この値は精油資源としての価値と平行関係にあるので有望種を推定することが出来た。即ち，*Asarum* ではオナガサイシンのみ検したが，内上皮不明瞭のため比率を出すことが出来なかつた。然し 1 横断面に 0〜3 個の精油細胞があるので比率は極めて小さいものと予想される。従つてオナガサイシンに関する限りでは資源的価値は乏しい。

Japonasarum は本邦特産のフタバアオイ *J. caulescens* Nakai のみの単型属であるが，比率は極めて低く，前属と同様，他の2属とは若干の例外を除き有意差を以つて区別される。資源的には意味はない。

Asiasarum は *Heterotropa* と同様比率は1前後であるが，柔組織は薄層であるので柔組織中に存在する精油細胞の密度は *Heterotropa* の 2〜3 倍大であり，精油の含量は最大と考えられる。又主成分は各種共メチルオイゲノールであつて *Heterotropa* とは異質である。ウスバサイシンは最良である。

Heterotropa は前属に次ぐ有望のグループであるが就中オトメアオイ *H. Savatieri* F. Maek. とマルミカンアオイ *H. subglobosa* F. Maek. が大きい値を持つ。特に節や群による関連は認められない様である。偶然遠縁のものでもこの値が殆ど同一のことがあるので，勿論これのみで近縁種の間を云々すべきではないが，著者等の得た値を少し吟味してみよう。

ツクバネアオイとミヤコアオイは有意水準 65% でも区別なく両者殆ど同一と考へられる。前者は自生地未詳であるが，植物体各部に大差なく結局後者の葉の美しい一型を栽培育種して出来たものでないかと推測される。スエヒロアオイ及びスズカカンアオイは夫々ヒメカンアオイ及びカンアオイとは有意差あり単なる品種ではなく変種とする現在の分類が妥当と思われる。タマノカンアオイとアマギカンアオイは有意差なく極く近似のものと考えられるが，田中氏〔植雑：**49**：709 (1935)〕によれば SAT 染色体の有無で明瞭に異るので極めて近縁種と考えられる。カギガタアオイは上記2種（タマノカンアオイとアマギカンアオイ）とは明かに異り之等の中やや縁が遠い。又ヒメカンアオイ，ミヤマアオイ，ツルダシアオイには明らかな差がなく，この類とミチノクサイシン及びソノフサイシンとでは明瞭な差がある。又後2者間は有意水準 90% でも差なく，値も本属中最小で利用価値に乏しい。

終りに有益なる御高説を載いた前川文夫博士，及び貴重な材料を提供下さつた宗定哲二，F. C. Graetrex，加藤久，佐々木一郎，水落甚次郎，原田篤絮，平松信夫，常田知信の諸氏に深甚なる謝意を表する次第である。

Summary

Inner structures of Asaraceous roots resemble each other, so that their distinction is nearly impossible, and their difference is merely seen in diameter of oil cells and occurrence of stone cells. Authors created Ratio (No. of oil cells / No. of endodermal cells at the same cross section.) in this paper, and considered stochasticaly in each species by this. Results are shown in Table III.